

## Kapselung für einen gasisolierten Hochspannungsleiter

**Patent number:** DE4441333  
**Publication date:** 1996-05-09  
**Inventor:** KOCH HERMANN DR (DE); COUSIN VINCENT (FR)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE); G T M H (FR)  
**Classification:**  
- **International:** H02G5/06; H01B9/06  
- **European:** H02G5/06B  
**Application number:** DE19944441333 19941108  
**Priority number(s):** DE19944441333 19941108

Also published as:

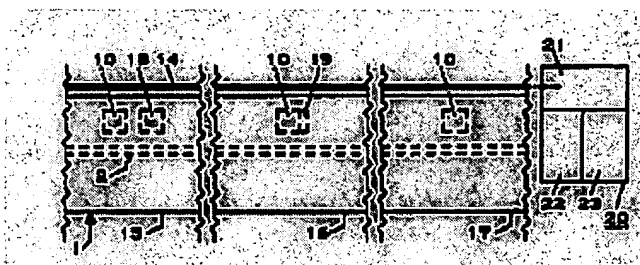


WO9614683 (A1)

WO9614683 (A1)

### Abstract of DE4441333

A shielding (1) for a gas-insulated high-voltage conductor (2) has a metal tube (3) and a sheath (5) of a hardenable material fitted thereon. The sheath (5) is coated on the outside by a layer (6) of waterproof plastic. In order to improve the transmission of forces to the sheath (5), the outer surface of the metal tube (3) is ribbed or goffered. A moisture sensor (10) embedded in the sheath (5) monitors any penetration of moisture into the sheath. A gas sensor (18, 19) may be embedded in the sheath (5) in addition to or independently of the moisture sensor (10).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑩ Offenlegungsschrift  
DE 44 41 333 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 02 G 5/06  
H 01 B 9/08

⑳ Aktenzeichen: P 44 41 333.5  
㉑ Anmeldetag: 8. 11. 94  
㉒ Offenlegungstag: 9. 5. 96

DE 44 41 333 A 1

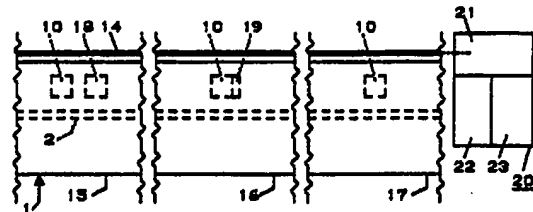
㉓ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE; G.T.M.H.,  
Montrouge, FR

㉔ Vertreter:  
Fuchs, F., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81541 München

㉕ Erfinder:  
Koch, Hermann, Dr., 91486 Gerhardshofen, DE;  
Cousin, Vincent, Chambourcy, FR

㉖ Kapselung für einen gasisolierten Hochspannungsleiter

㉗ Eine Kapselung (1) für einen gasisolierten Hochspannungsleiter (2) weist ein Metallrohr (3) und eine darauf aufgebraute Hülle (5) aus einem aushärtbaren Material auf. Die Hülle (5) ist nach außen durch eine Schicht (8) aus wasserundurchlässigem Kunststoff abgedeckt. Die Außenfläche des Metallrohres (3) ist zur Verbesserung der Kraftübertragung zu der Hülle (5) rippen- oder waffelartig geformt. Ein in die Hülle (5) eingebetteter Feuchtigkeitssensor (10) dient zur Überwachung, ob Feuchtigkeit in die Hülle (5) eingedrungen ist. Zusätzlich oder unabhängig von dem Feuchtigkeitssensor (10) kann in die Hülle (5) ein Gassensor (18, 19) eingebettet sein.



DE 44 41 333 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kapselung für einen gas-isolierten Hochspannungsleiter, die ein Metallrohr und eine darauf aufgebrachte Hülle aus einem aushärtbaren Material umfaßt. Eine solche Kapselung ist in der Patentanmeldung P 44 34 388.4 beschrieben. Hochspannungsleiter mit einer Kapselung dieser Art dienen zur Energieübertragung etwa im gleichen Leistungsbereich, für den Hochspannungs-Freileitungen verwendet werden. Im Unterschied zu diesen ist der Raumbedarf eines gekapselten Hochspannungsleiters sehr viel geringer.

Bei der Verlegung eines gekapselten Hochspannungsleiters über große Entfernungen ist damit zu rechnen, daß sehr unterschiedliche Bodenverhältnisse angetroffen werden. Insbesondere kann es erforderlich sein, den Hochspannungsleiter mit seiner Kapselung in Erde reich einzubetten, das ständig eine relativ hohe Feuchtigkeit aufweist. Einer solchen Beanspruchung würde an sich die als Hülle für das Metallrohr vorgesehene Schicht aus einem aushärtbaren Material, insbesondere Beton, über lange Zeiträume standhalten. Nicht ausgeschlossen werden kann jedoch, daß die Feuchtigkeit die Hülle durchsetzt und schließlich das Metallrohr selbst beaufschlagt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Sicherheit gegen eine Korrosion des Metallrohres zu steigern und Fehler der Kapselung zu erfassen.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Hülle nach außen durch eine Schicht aus wasserundurchlässigem Kunststoff abgedeckt ist. Beispielsweise eignen sich für diesen Zweck die bereits für die Herstellung von Kabelmänteln bewährten Materialien. Der nach der Erfindung vorgesehene Aufbau der Kapselung gestattet es, die Hülle aus aushärtbarem Material direkt auf das Metallrohr aufzubringen und von einer gesonderten Trennschicht zwischen dem aushärtbaren Material und dem Metallrohr abzuheben.

Als Hindernis gegen das Eindringen von Feuchtigkeit in die Hülle wirkt sich eine erhöhte Festigkeit aus, weil diese dem Entstehen von Haarrissen entgegenwirkt. Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist eine Steigerung der Festigkeit der Hülle durch einen Gehalt von Fasern aus einem mineralischen oder organischen Material erzielbar. Solche Fasern können z. B. Glasfasern oder Polypropylenfasern sein.

Es erweist sich als vorteilhaft, wenn die Oberfläche des Metallrohres eine die Kraftübertragung zu der äußeren Schicht fördernde Struktur aufweist. Beispielsweise kann das Metallrohr außen mit Rippen oder mit waffelartig geformten Vorsprüngen versehen sein. Auf diese Weise entsteht ein fester Verbund zwischen der Hülle und dem Metallrohr, der weder durch das Aufbringen der äußeren Schicht aus wasserundurchlässigem Kunststoff noch durch thermische Dehnungskräfte gelöst wird.

Die im Betrieb des Hochspannungsleiters auftretenden Bedingungen und/oder örtliche Besonderheiten der Verlegung der Kapselung können Beanspruchungen mit sich bringen, die sich nachteilig auf die Lebensdauer der Kapselung auswirken können. Liegen solche Verhältnisse vor, so kann es vorteilhaft sein, zwischen dem Metallrohr und der Hülle eine Gleitschicht aus einem einen relative Verschiebung des Metallrohres gegenüber der Hülle gestattenden Werkstoff anzuordnen. Werkstoffe mit diesen Eigenschaften sind insbesondere Polyethylen, Bitumen oder Epoxidharze.

Wie bereits erwähnt, kann die Beschaffenheit des Bo-

dens, in dem der Hochspannungsleiter mit seiner Kapselung verlegt werden soll, örtlich sehr unterschiedlich sein. Handelt es sich um steinigem oder felsigen Boden, so besteht eine gewisse Gefahr, daß die äußere Schicht aus wasserundurchlässigem Kunststoff beschädigt wird. Unter Umständen kann eine solche Beschädigung auch erst nach jahrelangem Betrieb des Hochspannungsleiters eintreten, wenn infolge einer Bodenverwerfung zuvor nicht erkennbare Kräfte auf die Kapselung einwirken. In diesen Fällen kann Feuchtigkeit in die auf dem Metallrohr befindliche Hülle eindringen, was einen unter Umständen erst nach langer Zeit erkennbaren Korrosionsschaden hervorruft. Nach einer Weiterbildung der Erfindung kann eine solche Gefährdung der Kapselung jedoch dadurch erkannt werden, daß in der Hülle aus aushärtbarem Material wenigstens ein Feuchtigkeitssensor eingebettet ist, dessen Ausgangssignal einer Überwachungseinrichtung für den Betrieb des Hochspannungsleiters zuführbar ist. Ein solcher Feuchtigkeitssensor kann beispielsweise nach dem Prinzip arbeiten, daß die elektrische Leitfähigkeit des Materials, in dem der Sensor eingebettet ist, ständig oder periodisch geprüft wird. Die Überwachungseinrichtung für den Betrieb des Hochspannungsleiters kann beispielsweise eine Leitstelle im Netz eines Energieversorgungsunternehmens sein.

Unabhängig von dem erwähnten Feuchtigkeitssensor oder zusätzlich diesem kann in der Hülle aus aushärtbarem Material wenigstens ein Gassensor zur Erfassung eines Verlustes eines in dem Metallrohr enthaltenen Isoliergases angeordnet sein. Ein solcher Gassensor kann z. B. auf den Druck ansprechen, den ein aus dem Metallrohr austretendes Gas ausübt. Es kann aber auch ein Gassensor benutzt werden, der auf eine Beaufschlagung mit einem Gas bestimmter Zusammensetzung oder Beschaffenheit anspricht. Es hängt davon ab, welches Isoliergas eingesetzt wird, z. B. Druckluft oder Schwefelhexafluorid, ob die eine oder die andere Arbeitsweise des Gassensors gewählt wird. In jedem Fall stellt der Gassensor ein wirksames Mittel zum Erkennen von Fehlern der Kapselung dar und ist daher geeignet, die Sicherheit des Betriebes des Hochspannungsleiters zu verbessern.

Die von dem Feuchtigkeitssensor bzw. dem Gassensor abgegebenen Meldesignale können vorzugsweise durch wenigstens einen Sender zu einem außerhalb oder innerhalb der Kapselung angeordneten Empfänger übertragen werden. Auch kann die zum Betrieb des Feuchtigkeitssensors bzw. des Gassensors benötigte Energie durch einen solchen Sender in Verbindung mit einem Sendekabel übertragbar sein. Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit zur Bereitstellung der Betriebsenergie für den Feuchtigkeitssensor bzw. für den Gassensor besteht darin, einen das mit dem Betrieb des Hochspannungsleiters verknüpfte Magnetfeld auswertenden Energiewandler vorzusehen, der gleichfalls in der Hülle des Metallrohres eingebettet ist.

In der zuletzt erörterten Ausrüstung des Feuchtigkeitssensors bzw. des Gassensors sind für diesen keine Leitungen oder Kabel zur Versorgung mit Betriebsenergie und zur Abgabe der Meldesignale erforderlich. Daher läßt sich der Feuchtigkeitssensor bzw. der Gassensor als eigenständige Baugruppe bei der Herstellung der Kapselung ohne Schwierigkeit in die Hülle aus aushärtbarem Material einbetten.

Sollte es mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Erdbodens erforderlich sein, die Kapselung mit mehreren, in geeignetem Abstand angeordneten Feuchtigkeitssensoren und/oder Gassensoren auszurüsten, so

kann es vorteilhaft sein, in die Hülle des Metallrohres ein Empfangskabel als Antenne für die Meldesignale der Feuchtigkeitssensoren bzw. Gassensoren einzubetten. Bei einer solchen Anordnung kann die Fehlersuche wesentlich erleichtert werden, wenn die über die Länge des Hochspannungsleiters verteilt angeordneten Feuchtigkeitssensoren bzw. Gassensoren mit ihrem jeweiligen Standort kodierte Meldesignale abgeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt eine Kapselung für einen gasisolierten Hochspannungsleiter im Querschnitt.

In der Fig. 2 ist als Einzelheit der Kapselung der Schnitt II-II in Fig. 1 gezeigt, wobei ein Metallrohr eine mit Rippen versehene Oberfläche besitzt.

Die Fig. 3 entspricht gleichfalls dem Schnitt II-II, zeigt jedoch eine Ausführung der Kapselung mit einer Gleitschicht.

Die Fig. 4, 5 und 6 zeigen gleichfalls jeweils einen Ausschnitt der Kapselung, jedoch mit einem eingebetteten Feuchtigkeitssensor.

In der Fig. 7 sind drei Abschnitte einer Kapselung eines Hochspannungsleiters gezeigt, und zwar in Verbindung mit einer zentralen Überwachungseinrichtung für in den Abschnitten enthaltene Feuchtigkeitssensoren und Gassensoren.

Die in der Fig. 1 gezeigte Kapselung 1 eines Hochspannungsleiters 2 ist im Erdbereich eingebettet, dessen Oberfläche mit E bezeichnet ist. Die Kapselung 1 weist ein Metallrohr 3 auf, in dem der Hochspannungsleiter 2 mittels geeigneter Stützisolatoren 4 konzentrisch abgestützt ist. Das beispielsweise aus einer Aluminiumlegierung bestehende Metallrohr 3 ist mit einer Hülle 5 aus einer ausgehärteten Betonmasse umschlossen. Den äußeren Abschluß der Kapselung 1 bildet eine Schicht 6 aus einem geeigneten Kunststoff. Geeignet sind beispielsweise solche Kunststoffe, wie sie auch für im Erdreich einzubettende Kabel verwendet werden.

In einem Ausschnitt der Kapselung 1 gemäß der Fig. 2 ist vergrößert angedeutet, daß die Betonmasse Fasern 8 enthält. Es kann sich um Glasfasern oder Polypropylenfasern handeln.

Eine kraftschlüssige Bindung zwischen dem Metallrohr 3 und der Hülle 5 wird durch eine besondere Gestaltung der Außenfläche des Metallrohres 3 erreicht, die als Einzelheit gleichfalls in der Fig. 2 gezeigt ist. Durch parallele Rillen 7 mit halbkreisförmigem oder einem anderen geeigneten Profil wird eine Vergrößerung der Oberfläche und damit ein verbesserter Kraftschluß zwischen der Hülle 5 und dem Metallrohr 3 erreicht. Hiermit wird eine Bindung zwischen der Hülle 5 und dem Metallrohr 3 erzielt, welche den Beanspruchungen bei der Verlegung der Kapselung 1 im Erdreich und aufgrund von Wärmedehnungen sicher standhält.

Zusätzlich zu den in der Umfangsrichtung des Metallrohres 3 verlaufenden Rillen 7 können auch in Längsrichtung verlaufende Rillen derart vorgesehen sein, daß eine waffelartig gegliederte Oberfläche entsteht. Auf diese Weise kann der Kraftschluß zwischen der Hülle 5 und dem Metallrohr 3 auch in der Umfangsrichtung des Metallrohres 3 gesteigert werden.

Wie einleitend dargelegt, kann es wünschenswert sein, daß zumindest örtlich eine relative Verschiebung zwischen dem Metallrohr und der Hülle bewußt ermöglicht wird. Eine hierzu vorgesehene Gleitschicht 9 ist in der Fig. 3 gezeigt. Die Gleitschicht 9 kann insbesondere aus Bitumen, Epoxidharz oder Polyethylen bestehen

und braucht nur eine relativ geringe Dicke aufzuweisen.

Durch die Schicht 6 aus Kunststoff wird das Eindringen von Feuchtigkeit in die Hülle 5 verhindert. Jedoch können bereits bei der Verlegung der Kapselung 1 im Erdreich nicht sogleich bemerkte Schäden entstehen, durch die unter Umständen erst im Laufe langer Zeiträume Feuchtigkeit in die Hülle eindringt.

Die Folge einer solchen Beschädigung kann eine Korrosion des Metallrohres 3 sein. Als Mittel zur Überwachung der Hülle 5 dient ein Feuchtigkeitssensor 10, der in den Fig. 4, 5, 6 und 7 schematisch als in die Hülle 5 eingebettetes Gerät dargestellt ist. Dabei bestehen für die Zuführung der zum Betrieb des Feuchtigkeitssensors 10 benötigten Energie und zur Übertragung der von dem Feuchtigkeitssensor abgegebenen Meldesignale unterschiedliche Möglichkeiten. In der Fig. 4 sind dem Feuchtigkeitssensor 10 ein Energiewandler 11 und ein Sender 12 zugeordnet. Der Energiewandler 11 nimmt von einem Sendekabel 13 in der Gestalt elektromagnetischer Wellen abgegebene Energie auf und wandelt sie in eine für den Betrieb des Feuchtigkeitssensors 10 geeignete Form um. Die von dem Sender 12 abgegebenen Meldesignale werden von einem weiteren, gleichfalls in der Hülle 5 eingebetteten Empfangskabel 14 nach der Art einer Antenne aufgenommen und zu einer nicht gezeigten Überwachungseinrichtung geleitet.

Nach dem weiteren Beispiel gemäß der Fig. 5 ist der dem Feuchtigkeitssensor 10 zugeordnete Energiewandler 11 derart ausgebildet, daß er das von dem Hochspannungsleiter 2 ausgehende Magnetfeld auswertet. Ferner ist im Unterschied zu dem Beispiel gemäß der Fig. 4 das Empfangskabel 14 an der Außenseite der Kapselung 1 offen zugänglich angeordnet. Dies hat den Vorteil, daß das Empfangskabel nachträglich an der Kapselung 1 angebracht bzw. ersetzt und überwacht bzw. ersetzt werden kann.

Nach einem weiteren, in der Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Energiewandler 11 ähnlich wie in der Fig. 4 so ausgeführt, daß er das Magnetfeld des Hochspannungsleiters 2 (Fig. 1) auswertet. Der Sender 12 arbeitet jedoch im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 3 und 4 nicht mit einem gesonderten Empfangs- oder Antennenkabel, sondern gleichfalls mit dem Hochspannungsleiter 2 zusammen, von dem in bekannter Weise das hochfrequente Sendesignal durch eine Drosselanordnung ableitbar ist. Sinngemäß ist das Meldesignal über das Metallrohr 3 übertragbar.

In der Fig. 7 sind drei Abschnitte 15, 16 und 17 der Kapselung 1 gezeigt, die je einen Feuchtigkeitssensor 10 enthalten. Das in diesem Beispiel an der Außenseite der Kapselung 1 verlegte Empfangskabel 14 führt zu einer zentralen Überwachungseinrichtung 20, in der die Signale der Feuchtigkeitssensoren 10 ausgewertet werden. Durch eine Kodierung der in den Abschnitten 15, 16 und 17 befindlichen Feuchtigkeitssensoren 10 kann dafür gesorgt sein, daß die in der Überwachungseinrichtung 20 empfangenen Meldesignale identifizierbar sind und somit feststellbar ist in welchem der Abschnitte der Kapselung 1 ein Feuchtigkeitseinbruch vorliegt. Die Kodierung der Meldesignale ist, im übrigen unabhängig von der jeweils gewählten Verlegung des Empfangskabels 14 oder der anderweitigen Übertragung der Meldesignale anwendbar.

In der Fig. 7 ist als zusätzliche Ausrüstung der Kapselung 1 ein Gassensor 18 bzw. 19 gezeigt. Die Abschnitte 15 und 16 zeigen dabei unterschiedliche Anordnungen der Gassensoren. In der Regel wird man jedoch eine

einheitliche Ausführung für einen gekapselten Hochspannungsleiter wählen, d. h. eine gesonderte Anordnung von Gassensoren 18 wie in dem Abschnitt 15 oder Gassensoren 19, die baulich mit den Feuchtigkeitssensoren 10 vereinigt sind und zumindest teilweise dieselben peripheren Einrichtungen wie Empfänger und Sender aufweisen können. Es ist jedoch möglich, einen Teil der Abschnitte der Kapselung 1 nur mit Feuchtigkeitssensoren 10 auszustatten, wie dies als Beispiel der Abschnitt 17 zeigt, und jeden zweiten oder dritten Abschnitt zusätzlich mit einem Gassensor 18 bzw. 19 entsprechend den Abschnitten 15 oder 16.

Die Überwachungseinrichtung 20 steht mit dem Empfangskabel 14 in Verbindung und weist drei Funktionseinheiten auf. Eine dieser Einheiten ist ein Dekoder 21, der die Meldesignale der Feuchtigkeitssensoren und der Gassensoren 18 bzw. 19 voneinander trennt und ihren Standort auswertet. Die Einheiten 22 und 23 zeigen die Meldesignale an und veranlassen Störungsmeldungen und/oder selbsttätige Schalthandlungen jeweils aufgrund der Meldesignale der Feuchtigkeitssensoren 10 bzw. der Gassensoren 18 und 19.

#### Patentansprüche

1. Kapselung (1) für einen gasisolierten Hochspannungsleiter (2), die ein Metallrohr (3) und eine darauf aufgebrachte Hülle (5) aus einem aushärtbaren Material umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (5) nach außen durch eine Schicht (6) aus wasserundurchlässigem Kunststoff abgedeckt ist.
2. Kapselung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (5) aus aushärtbarem Material zur Steigerung der Festigkeit Fasern aus einem mineralischen oder organischen Material enthält.
3. Kapselung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Metallrohres (2) eine die Kraftübertragung zu der äußeren Schicht (5) fördernde Struktur aufweist.
4. Kapselung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallrohr (2) außen mit Rippen (7) oder waffelartig geformten Vorsprüngen versehen ist.
5. Kapselung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Metallrohr (3) und der Hülle (5) eine Gleitschicht (8) aus einem eine relative Verschiebung des Metallrohres (2) gegenüber der Hülle (5) gestattenden Werkstoff angeordnet ist.
6. Kapselung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Hülle (5) aus aushärtbarem Material wenigstens ein Feuchtigkeitssensor (10) eingebettet ist, dessen Ausgangssignal einer Überwachungseinrichtung (20) für den Betrieb des Hochspannungsleiters (2) zuführbar ist.
7. Kapselung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Hülle (5) aus aushärtbarem Material wenigstens ein Gassensor (18) zur Erfassung eines Verlustes eines in dem Metallrohr (3) enthaltenen Isoliergases angeordnet ist.
8. Kapselung nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet durch wenigstens einen Sender (12) zur Übertragung von dem Feuchtigkeitssensor (10) bzw. dem Gassensor (18, 19) abgegebener Meldesignale und durch einen außerhalb oder innerhalb der Kapselung (1) angeordneten Empfänger (14) für die

Meldesignale.

9. Kapselung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Betrieb des Feuchtigkeitssensors (10) bzw. des Gassensors (18, 19) benötigte Energie durch ein Sendekabel (13) übertragbar ist.

10. Kapselung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Betrieb des Feuchtigkeitssensors (10) bzw. des Gassensors (18, 19) benötigte Energie aus dem mit dem Betrieb des Hochspannungsleiters (2) verknüpften Magnetfeld mittels eines gleichfalls in der Hülle (5) eingebetteten Energiewandlers (11) gewinnbar ist.

11. Kapselung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß in die Hülle (5) ein Empfangskabel (14) als Antenne für von mehreren, über die Länge des Hochspannungsleiters (2) verteilt angeordneten Feuchtigkeitssensoren (10) bzw. Gassensoren (18, 19) abgegebene Meldesignale eingebettet ist.

12. Kapselung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere über die Länge des Hochspannungsleiters (2) verteilt angeordnete Feuchtigkeitssensoren (10) bzw. Gassensoren (18, 19) mit ihrem jeweiligen Standort kodierte Meldesignale abgeben.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

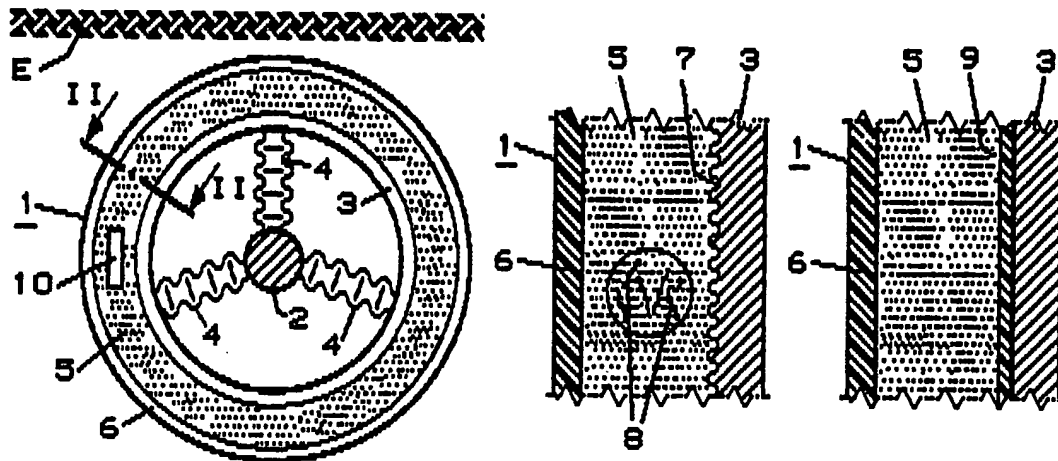


FIG 1 FIG 2 FIG 3

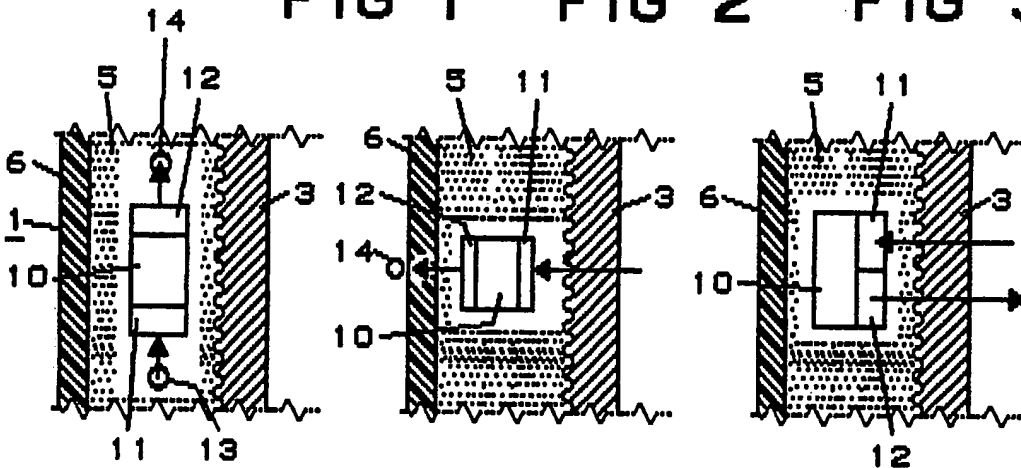


FIG 4 FIG 5 FIG 6

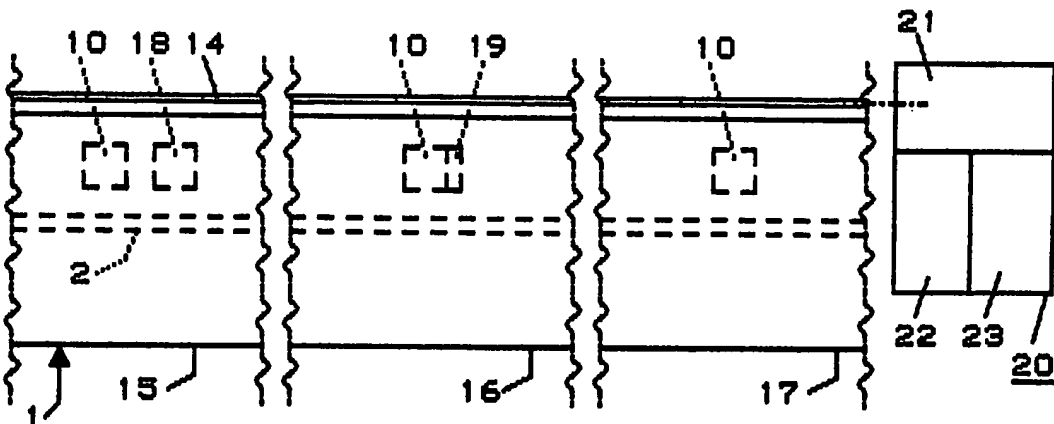


FIG 7

- Leerseite -